

УДК 634.0.14.351

Л. И. Аткина  
 (Уральский государственный лесотехнический университет),  
 Т. М. Бугакова  
 (Институт леса им. В. Н. Сукачева)

## МАССА МОХОВОГО ЯРУСА И ЕГО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

*Исследования проводились в южнотаежных лесах Нижнего Приангарья (южная подзона тайги Средней Сибири), где преобладают леса зеленомошной группы типов леса. Изучалась микрофлора *Pleurozium schreberi*, *Aulacomnium palustre*, *Hylocomnium splendens*. Установлено, что доля мхов в живом напочвенном покрове сосняков Нижнего Приангарья уменьшается с улучшением почвенных и гидрологических условий от 400 до 100 г/м<sup>2</sup>. Выделено около 400 штаммов микроорганизмов, которые отнесены к 9 родам бактерий, 5 родам грибов и 1 роду актиномицетов.*

Исследования проводились в южнотаежных лесах Нижнего Приангарья (южная подзона тайги Средней Сибири), где преобладают леса зеленомошной группы типов леса (Аткин, Аткина, 1989): большая часть поверхности почвы под пологом древостоев покрыта слоем мхов, образующим ясно выраженный ярус, роль которого велика и многообразна. Мхи значительно влияют на возобновление древесных пород, изменяют гидрологический режим почв, задерживая в 10-20 раз больше осадков, чем травяно-кустарничковый ярус. Моховой ярус по сравнению с древостоем обладает большей трансформирующей ролью в отношении температур верхних горизонтов почвы. По нашим наблюдениям, температура под слоем мха в летний период ниже на 5-10 С°.

В настоящее время выделяют две основные функции мхов - биосинтетическую и депонирование<sup>1</sup> (как неразложившихся древесных остатков, так и собственных отмерших остатков). По интенсивности разложения мхи стоят впереди хвой, так как в стеблях их содержится значительно больше легкогидролизуемых углеводов (32,2%) и меньше трудногидролизуемых (25,5%), чем в сосновых иголах (4 и 49% соответственно) (Щербакова, 1979).

Цель работы - показать связь условий местообитания фитоценоза с продуктивностью мохового яруса и основными характеристиками микробного комплекса. Исследования проводились в трех типах сосняков пятого класса возраста: бруснично-зеленомошном, чернично-разнотравном и разнотравно-вейниково-зеленомошном (табл.1).

Таблица 1

## Характеристика пробных площадей

Тип леса	Состав древостоя	Густота, тыс. шт./га	Полнота	Класс бо- нитета
С.бруснично-зеленомошный	10С ед.Ос	1,6	1,4	III
С.чернично-зеленомошный	10С+Ос	0,7	1,0	II
С.разнотравно-зеленомошный	10С+Б	1,0	1,1	II

В изученных нами сосняках наиболее часто встречаются следующие виды мхов : *Pleurozium schreberi* (Brid) Mitt.- доминант, *Aulacomnium palustre* (Hedv) Schwaegr., *Dicranum polysetum* S.W., *Hylocomnium splendens* (Hedw) B.S.G., *Hypnum peltescens* (Hedw) Beauv. *Plagiothecium silvaticum* (Brid) B.S.G, *Ptilium crista-castrensis* (Hedv) De Not., *Rhitiiduu rugosum* (Hedv) Kindb.

При изучении запаса использованы положения общепринятых методик (Родин и др., 1968). Масса яруса определялась методом учетных площадок ( $0,2 \times 0,25 \text{ м}^2$ ). С каждой пробной площади взято до 300 образцов. Число площадок и их размеры вполне обеспечили достоверность полученных результатов (коэффициент точности 5-10%).

Все образцы разбирались с выделением видов мха, травянистых, кустарничков, а также той части подстилки, которая поглощена растущим мхом. У мхов отделялась живая зеленая часть растения от отмершей побуревшей, которая фиксировалась по следующим параметрам: растение потеряло зеленую окраску, но сохранило все структурные черты и форму живого. Распадающиеся мелкие части мха относились к лесной подстилке. Образцы высушивались до абсолютного сухого состояния и взвешивались.

Изучались следующие группы микроорганизмов: бактерии на мясопептонном агаре (МПА), актиномицеты на крахмально-аммиачном агаре (КАА), микроскопические грибы на среде Чапека, дрожжи на сусло-агаре (СА) с добавлением молочной кислоты, олигонирофилы на безазотистой среде Эшби, целлюлозоразрушающие микроорганизмы на среде Гетчинсона, анаэробные азотфиксаторы и нитрифицирующие микроорганизмы на среде Виноградского, денитрификаторы на среде Гильтая, аммонификаторы на пептонной воде.

Преобладание метода пассивного впитывания влаги поверхностью листьев позволяет мхам не зависеть от степени насыщенности корнями поверхностных слоев почвы. Масса яруса в изученных нами фитоценозах зависит в первую очередь от условий местопроизрастания (табл. 2). В целом доля мхов в живом напочвенном покрове сосняков Нижнего Приангарья уменьшается с улучшением почвенных и гидрологических условий от 400 до  $100 \text{ г/м}^2$ .

В моховом ярусе преобладает по массе отмершая часть. Она превышает живую в 1,7 (сосняк разнотравно-вейниково-зеленомошный) и в 2,4 раза (бруснично-зеленомошный). Постепенно разлагаясь, мертвая часть переходит в подстилку.

Таблица 2

Фитомасса зеленых мхов в сосняках Нижнего Приангарья, г/м<sup>2</sup>  
(числитель - доля зеленой части; знаменатель - доля общей массы мхов)

Тип сосняка	Масса мхов		Доля мхов в напочвенном покрове, %
	Зеленая часть	Побуревшая часть	
С. бруснично-зеленомошный	126,2±10,2	303,0±37,0	<u>84,2</u> 94,8
С. чернично-зеленомошный	86,4±8,2	137,0±24,4	<u>31,8</u> 54,7
С. разнотравно-вейниково-зеленомошный	39,4±3,6	67,8±6,8	<u>33,7</u> 58,1

Мхи произрастают на пробной площади неоднородно, размах колебаний очень значителен: 20-200 г/м<sup>2</sup> – в сосняке разнотравно-вейниково-зеленомошном, 60-620 г/м<sup>2</sup> – в сосняке чернично-зеленомошном и 120-1000 г/м<sup>2</sup> – в сосняке бруснично-зеленомошном.

Микроорганизмы и мхи представляют собой сложный комплекс, активно функционирующий в природе. Заселяя поверхность растений, микроорганизмы вступают в тесные взаимоотношения как с растением, так и друг с другом. Данных о микрофлоре листовой поверхности мохообразных лесных биогеоценозов Нижнего Приангарья практически нет.

В сосняке чернично-зеленомошном изучалась микрофлора *Pleurozium schreberi*, *Aulacomnium palustre*, *Hylocomnium splendens*. Последние два вида формируют среду с более высокими значениями pH (6,3-6,8) и лучшей влаго- (80-190%) и теплообеспеченностью (15-24 °C), чем *Pleurozium schreberi* (pH = 4,9-5,7, W = 16-186%, t=13-23°C°).

Установлено, что филлосфера мхов является благоприятной средой обитания различных организмов. На протяжении периода исследования в филлосфере мхов было выделено около 400 штаммов микроорганизмов, которые отнесены к 9 родам бактерий, 5 родам грибов и 1 роду актиномицетов. Общий спектр включает 14 наименований бактерий, 9 грибов и 6 актиномицетов. Доминируют *Pseudomonas fluorescens*, *P. maltophilia*, *P. putida*, *Penicillium chermesium*, *P. raciborskii* *Penicillium frequentans*, *P. resticulosum*, *Streptomyces wedmorensis*.

Модификации численности микроорганизмов, обитающих на поверхности растений, связаны в значительной степени с доступностью вла-

ги, питательных веществ и теплообменностью, т. е. зависят от микробиологических условий в период отбора образцов.

Существенным отличием *Pleurozium schreberi* является более высокая численность микроорганизмов их филлоплана с преимущественным развитием аммонифицирующих и использующих минеральные источники питания микроорганизмов (табл. 3). Кроме того, в составе микробов-эпифитов возрастает доля энергичных минерализаторов органического вещества - бацилл, актиномицетов и грибов (табл. 4).

Таким образом, отмерший растительный материал под воздействием сапрофитных микроорганизмов и абиотических агентов подвергается разложению, вовлекаясь далее в обменные процессы на уровне всего биогеоценоза.

Отличительной чертой эпифитной микрофлоры мхов следует признать наличие высокой численности грибов. По данным З. В. Вишняковой (1974), в кедровниках Западного Саяна доля грибов от общего числа эпифитных микроорганизмов на молодой хвое кедр и пихты составляла 4,4-5,6% на старой - 1,8-2,2%. Для микробных ценозов хвои сосны и пихты, произрастающих в условиях юга Красноярского края, доля грибов составляла 0,1-3,0 % (Гукасян и др, 1977). К. М. Аюнц (1969), изучавший состав микрофлоры сосны севера Красноярского края (р.Тура), показал, что грибы составляли до 30% на хвое и до 81% на коре от общего числа микроорганизмов. По нашим определениям, в филлосфере мхов Нижнего Приангарья доля грибов от общего количества микроорганизмов 12-31%.

Таблица 3

Численность микроорганизмов филлосферы мхов в Нижнем Приангарье, 1986 г. ( числитель – среднее, знаменатель - пределы колебаний)

Мхи	Микроорганизмы, млн/г сух. в-ва				
	МПА	КАА	ЭШБИ	СА	Гильтая
Живая часть					
<i>Pleurozium schreberi</i>	<u>42,9</u> 1,5-89,2	<u>32,6</u> 1,2-59,3	<u>18,7</u> 0,07-38,4	<u>1,4</u> 0,1-2,4	<u>11,7</u> 0-34,4
<i>Hylocomnium splendens</i>	<u>83,7</u> 1,6-219,7	<u>24,2</u> 179-44,2	<u>24,9</u> 0,6-62,8	<u>71,5</u> 0,1-175	<u>5,3</u> 1,9-9,2
<i>Aulacomnium palustre</i>	<u>13,2</u> 1,2-55,8	<u>232,5</u> 4,4-659	<u>5,4</u> 1,0-7,5	<u>97,3</u> 0-2913	<u>266,5</u> 0- 798
Мертвая часть					
<i>Pleurozium schreberi</i>	<u>71,7</u> 1,9-180,9	<u>20,1</u> 4,7-30,7	<u>48,7</u> 1,9-133	<u>8,6</u> 0,1-20,9	<u>10,6</u> 0-29,9
<i>Hylocomnium splendens</i>	<u>681,0</u> 1,6-1745	<u>24,1</u> 4,7-61,2	<u>361,7</u> 4,5-972	<u>0,2</u> 0-0,4	<u>1,6</u> 0-2,8
<i>Aulacomnium palustre</i>	<u>135,5</u> 9,1-349,6	<u>483,3</u> 1,9-1428	<u>37,3</u> 5,4-106	<u>116,3</u> 0-349	<u>22,8</u> 0-80

Таблица 4

Соотношение групп микроорганизмов на средах МПА и КАА, %  
(I - *Pleurozium schreberi*, II- *Hylocomnium splendens*, III- *Aulacomnium palustre*)

Мхи	Содержание от общего количества на МПА			Содержание от общего количества на КАА		
	Бактерии	Грибы		Бактерии	Грибы	
		неспоровые	споровые		неспоровые	споровые
Живая часть						
I	86,0	2,2	11,8	92,4	3,2	4,4
II	99,0	0,4	0,6	94,5	2,0	3,5
III	65,9	3,0	31,1	19,5	32,7	47,8
Мертвая часть						
I	71,7	3,3	25,0	79,7	14,4	5,9
II	68,6	1,0	30,4	63,5	1,2	35,3
III	72,8	3,3	23,9	80,3	13,8	5,9

Достаточно высокое содержание грибов в составе эпифитной микрофлоры ведет к тому, что в синузиях мхов по пути минерализации за период вегетации уходит от 9 до 13% углерода, освободившегося из растительных остатков при разложении.

Общей чертой строения микробного комплекса филлоплана мхов и хвойных пород деревьев является низкое абсолютное содержание актиномицетов и бацилл и высокое неспорообразующих бактерий при доминировании неокрашенных форм. Дрожжи и нитрифицирующие бактерии в составе эпифитной микрофлоры мхов не обнаружены.

Микробиологический анализ напочвенных мхов таежных биогеоценозов Нижнего Приангарья позволяет характеризовать мхи как биокomплекс, в котором филосфера мхов являетсяместилищем сапротрофных микроорганизмов, играющих большую роль в деструктивной ветви биологического круговорота в лесу. Микрофлора лесных мхов выполняет двойственную функцию: микробов-эпифитов и деструкторов мертвых органических остатков. Благодаря наличию разнокачественных и функционально активных микробов-редуцентов синузии мхов являются очагами биодеградации древесного опада. Способность к активному участию в процессах деструкции и синтеза органических веществ приобретена микрофлорой мхов в результате длительной адаптации под воздействием определенных факторов внешней среды. В итоге у определенной части микроорганизмов мхов произошла смена экологической ниши. Функционально это проявилось в усложнении их ферментативного аппарата, направленного на мобилизацию энергетических ресурсов, заложенных в растительных остатках. Структура микробного комплекса мхов усложнилась за счет представите-

лей подстилочной и почвенной микрофлоры, мигрирующих внутри компонентов биогеоценоза. Динамика, активность микробных сообществ бриофитов находятся в тесной связи с определенными микроэкологическими условиями, формирующимися под воздействием ценоза мхов, их физиологическим состоянием.

Результаты определения ферментативной активности позволили выявить в деструктивной зоне филлосферы мхов двух уровней биоактивности: 1- живая, зеленая часть, обладающая более высокой степенью насыщенности ферментами, с активными каталитическими свойствами, 2 - отмирающая, побуревшая часть мхов, обладающая менее интенсивным уровнем биохимических процессов. Такие процессы, как гидролиз и окисление органического вещества, интенсивнее протекают в деструктивной зоне мхов, чем в подстилке соответствующих типов.

#### ЛИТЕРАТУРА

Аткин А.С., Аткина Л.И. Продуктивность лесных фитоценозов. // Факторы продуктивности леса. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. С.4 -32.

Аюнц К.М. Эпифитная микрофлора сосны севера Красноярского края// Биология и культивирование микроорганизмов. Красноярск, 1969. С.141-144.

Вишнякова З.В. Микрофлора кедровников Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1974. 141 с.

Лукасян А.Б. и др. Численность эпифитных микроорганизмов различных органов растений из семейства сосновых // Биология микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве. Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1977. С.147-151.

Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. 144 с.

Щербакова Т.А. Роль ферментов в процессах трансформации поступающего в почву органического вещества // Экологические условия и ферментативная активность почв. Уфа, 1979. С. 59-77.